



TITLE:

土砂生産・土砂供給過程を考慮した土砂流出モデルの開発とその応用に関する研究( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

山野井, 一輝

---

CITATION:

山野井, 一輝. 土砂生産・土砂供給過程を考慮した土砂流出モデルの開発とその応用に関する研究. 京都大学, 2017, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2017-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20343>

RIGHT:

許諾条件により本文は2018-01-01に公開

京都大学	博士（工学）	氏名	山野井 一輝
論文題目	土砂生産・土砂供給過程を考慮した土砂流出モデルの開発とその応用に関する研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本研究は、土砂生産から河道への土砂供給、河道での輸送・堆積に至る過程を解析する流域スケールの数値計算モデルを構築し、土砂管理や土砂災害警戒避難の問題への応用について検討したものである。各章の内容は以下のとおりである。</p> <p>第1章は緒論であり、流域内の土砂流出に伴う様々な問題を挙げ、流域スケールで土砂の生産から下流域への流出まで一貫して解析することの重要性について、土砂管理や土砂災害の軽減の視点から述べている。また、土砂災害時の避難行動には流域内で発生する種々の現象が影響しており、これらの現象を予測することによる確かな避難のためには肝要であることを指摘している。</p> <p>第2章では、本研究に関連する既往の土砂動態モデルについて、土砂生産と土砂供給の扱い方に着目して整理し、従来のモデルでは土砂生産に経験的モデルか簡単な斜面崩壊モデルを用いているため限定的な条件でしか適用できないこと、また河道への土砂供給については十分に考慮されていないことを示している。一方、平常時の基岩の凍結融解に起因した土砂生産量の推定モデルや豪雨時の崩壊時刻、場所、規模を予測することが可能な斜面崩壊モデルなど、新たな土砂生産モデルが近年提案されている。そこで、本研究ではこれらの土砂生産モデルに改良を加え、さらに新たな視点から土砂供給モデルを構築することで、平常時および豪雨時のいずれに対しても適用可能な流域一貫した土砂流出モデルを構築することを本研究の目的とすることを述べている。</p> <p>第3章では土砂生産過程と土砂供給過程を考慮した土砂流出モデルを提案している。土砂生産過程には第2章で挙げた基岩の凍結融解と斜面崩壊のモデルを用いているが、斜面崩壊モデルに簡易的な斜面水文過程を考慮して改良を加えている。土砂供給過程については、凍結融解作用で生産された土砂が河道と斜面の境界部の崖錐の成長に寄与し、洪水により侵食するという崖錐の消長モデルを構築することでモデル化し、斜面崩壊に続く土砂供給過程では、斜面崩壊土量のうち斜面に残留する量を地形条件から算定して土砂供給量を求める手法を提案している。</p> <p>第4章では構築した土砂流出モデルを水文・流砂観測が実施されている岐阜県足洗谷流域に適用し、モデルから得られる流量や流砂量を観測値と比較してモデルの妥当性を確認している。また、土砂流出の季節変動性や土砂生産源との位置関係に応じた河床変動特性の差異等の山地流域特有の性質が再現されることも確かめている。さらに、ステッププール河道による土砂貯留に起因した土砂伝播の遅れ効果について現地実験を踏まえて検討し、この効果を土砂流出モデル内で考慮して再現性を向上させる手法を提案している。</p> <p>第5章では、構築した土砂流出モデルを用いて、2011年に深層崩壊による大量の土砂生産を受けた熊野川流域を対象に土砂管理に関するケーススタディーを行っている。土砂管理策としては、大量の土砂が流入する貯水池における排砂と貯水池の下流</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	山野井 一輝
<p>の支川域での土砂流出防止対策を考えており、解析の結果、排砂量のコントロールと貯水池下流付近の支川での対策を行えば、貯水池の下流で洪水危険度が高まるような河床上昇は起こさずに貯水池へ流入する土砂を処理することが可能となることを示している。</p> <p>第6章では第3章で構築した土砂流出モデルを応用し、土砂災害警戒情報に付加情報を提供するマルチハザードシミュレータの開発を行っている。このシミュレータでは土砂災害に対する避難行動を阻害する要因である降雨、斜面崩壊、洪水氾濫の発生危険性を4段階のレベルで評価することができる。評価指標には、降雨については降雨強度、崩壊については単位斜面内の斜面要素における土中水分量と崩壊限界土中水分量の比、洪水氾濫に関しては河川の水位と溢水水位との比を用いている。これらにより、ハザード群の発生リスクレベルの時空間的な変化を把握することができる。構築したシミュレータは、2014年に丹波市で発生した土砂災害に適用し、現地調査結果や災害報告と比較し、ハザード群の発生タイミングやその空間分布に矛盾がないことを確認している。</p> <p>第7章では宮津市畑川流域を対象とし、第6章で提案したシミュレータを用いた土砂災害警戒情報の高度化に関する検討を実施している。既往の土砂災害警戒情報は土壌雨量指数と60分積算雨量を軸とする2次元平面において、土砂災害発生限界線を降雨状態が超えると見込まれる場合に発表されるものであるが、そこにはハザード群に関する情報は含まれていない。そこで本研究では複数の仮想降雨を用いた解析により、降雨、崩壊、洪水氾濫に関するハザード発生領域を同平面上に描くことにより、既往の土砂災害警戒情報に付加的なハザード群の発生危険度の情報を提供できるようにしている。</p> <p>最後に第8章では、以上の検討で得られた知見を取りまとめ結論としている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本研究では、土砂生産過程と河道での土砂輸送過程を繋ぐ土砂供給モデルを提案し、流域の土砂生産から流出までを一貫して解析できる新たな土砂流出モデルを提案している。また、大規模土砂生産後の流域土砂管理や土砂災害警戒避難に関する問題にこの土砂流出モデルを適用し、実務への有用性、応用性、発展性などに優れていることを示している。主要な成果は以下のようである。

- 1) 生産土砂の河道への供給過程の実態把握に基づく土砂供給モデルを構築している。すなわち、平常時においては、凍結融解作用による生産土砂が形成する崖錐の洪水による侵食を考慮して土砂供給量を算定し、豪雨時に対しては、斜面崩壊による生産土砂の一部が斜面に残留する量を地形条件から見積もって土砂供給量を求めている。この土砂供給モデルにより、土砂生産から河道での土砂流出までを一貫して解析できるようにしており、モデルの新規性が評価できる。
- 2) 本土砂流出モデルを実山地流域に適用し、土砂流出の季節変動特性や河床変動特性に関する山地河川特有の特徴を再現することに成功し、モデルの妥当性を示している。
- 3) 2011 年の紀伊半島大水害後の熊野川流域における土砂管理策について本土砂流出モデルを用いて考察し、ダムからの排砂と砂防事業を展開することにより、効果的に多量の生産土砂を処理することが可能であることを示している。これはこのモデルの土砂管理の問題への応用性、発展性を示すものである。
- 4) 本土砂流出モデルを応用して、豪雨中に発生するハザードとして降雨、斜面崩壊、洪水氾濫を取り上げ、その発生危険度を 4 段階で評価するマルチハザードシミュレータを開発し、豪雨時の複合的なハザード情報を提供する方法を示している。将来の土砂災害警戒避難対策の支援ツールとなることが期待できる。
- 5) 土壌雨量指数と降雨強度の平面上に 4) のシミュレータによるハザード群の発生情報を付加することで、現行の土砂災害警戒情報の発表前後で時々刻々変化する流域の危険度を具体的に示すことができるように工夫しており、実用性を考えた独創的なアイデアを提示している。

以上のように実用性と汎用性が高く、土砂管理やより安全で適切な警戒避難の問題に応用できる土砂流出モデルが提示されており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 29 年 2 月 20 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。

